Transport av kadmium från växter till insekter i en terrester miljö

LARS LINDQVIST

Lindqvist, L.: Transport av kadmium från växter till insekter i en terrester miljö. [Transport of cadmium from herbs to insects in a terrestrial environment.] - Ent. Tidskr. 109: 119–122. Umeå, Sweden 1988. ISSN 0013-886x.

Cadmium contents were analysed in 14 herb species and in adults of six insect species, one also as larvae, from two central Swedish sites with equal cadmium burdens. The cadmium concentrations of herbivorous insects were about twice as high as those recorded from herbs. In carnivorous insects the cadmium concentrations were still higher. These results indicate that cadmium is biomagnified in the food-chain herbs – herbivorous insects – carnivorous insects.

L. Lindqvist, Dept. of Zoophysiology, P.O. Box 560, S-751 22 Uppsala, Sweden.

Inledning

Kadmiumnedfall över Sverige

Kadmium är en metall, vars industriella betydelse ökat under de senaste 20 åren. Av det kadmium som produceras kommer endast en mycket liten del från återvinning. Sålunda hamnar i stort sett allt kadmium på avfallsupplag eller sprids i miljön. Det följer sedan med vattnet i dess kretslopp mot havet, i vars depositionsbottnar det slutligen stannar. Vägen dit är dock mycket lång. Det kan dessförinnan ligga bundet i jordar i hundratals år (Anon. 1987).

I Sverige sprids kadmium, både till luft och vatten, till stor del från gruv- och metallindustri. Sopförbränning bidrar även med relativt stora utsläpp till luft. Dessa punktutsläpp ger ofta en förhöjd kadmiumbelastning i källans närområde. De bidrar även till en långväga spridning av luftburet kadmium. Nedfall av sådant kadmium, till stor del från utländska källor, utgör det största kadmiumtillskottet till miljön i Sverige. Årligen deponeras ca 20 ton kadmium, mest över Götaland och minst över Norrland (Ross 1986). Hur detta stora kadmiumtillskott påverkar och sprids i levande organismer är endast fragmentariskt klarlagt.

Transport från mark till växter

Känsligheten för kadmium varierar mellan olika organismer, men det är giftigt för alla. Vilken effekt det har på en organism är inte enbart beroende av totalhalten kadmium i den miljö organismen lever i, utan i hög grad även av kadmiums kemiska form. I jorden föreligger kadmium dels som fria joner lösta i markvätskan, dels i form av hydroxider, adsorberat till partiklar eller organiskt material. Hur stor del kadmium som är bundet är beroende av jordarten. Exempelvis har lerjordar och jordar rika på organiskt material större förmåga att binda kadmium än sandjordar (Poelstra et al. 1979). Vidare har faktorer såsom markens vattenomsättning och markvätskans pH stor inverkan på kadmiums löslighet (Anon. 1987). Endast det kadmium som är löst i markvätskan är tillgängligt för växter. Vid ökad försurning av marken ökar andelen löst kadmium i jorden. Det får till följd att förutom en ökad tillgänglighet av kadmium för växtrötter, kommer kadmium i större utsträckning att lakas ur de övre jordlagren och transporteras till djupare lager där det fälls ut.

Växtrötter tar lätt upp fria kadmiumjoner ur markvätskan. Olika växtarter tar dock upp kadmi-

um i olika grad (MacLean 1975). Endast en begränsad del av detta kadmium transporters till växtens ovanjordiska delar. Rötterna har därför högre kadmiumhalt än stam och blad (Jarvis et al. 1976, Balsberg Påhlsson 1985). Förutom upptag från jorden påverkas växternas halter direkt av kadmiumnedfall från luften. Kadmium kan komma in genom bladens kutikula och tas upp direkt (Little 1973). Enligt Hovmand et al. (1983) kan detta upptag utgöra 20–60 % av totala kadmiummängden i bladen. Tendenser till högre kadmiumhalter i blad hos örter jämfört med träd har iakttagits (Martin et al. 1982, Balsberg Påhlsson 1985).

Kadmiumupptag i landlevande djur

Växtätande djur får i sig kadmium med födan eller via medföljande jordpartiklar. Det senare gäller framför allt djur som betar nära marken, t ex hare. Jord har vanligen högre kadmiumhalt än växter (Thornton & Abrahams 1981). Däggdjur och fåglar ackumulerar metallen då deras kadmiumutsöndring är mycket långsam (Nyholm 1985). Främst upplagras kadmium i njure och lever, men även i muskulatur. Rovlevande däggdjur och fåglar riskerar att få höga doser kadmium då detta upplagras i mjukdelar, till skillnad från de flesta andra metaller, vilka upplagras i ben eller hår. Ben och hår smälts ej i någon större grad, utan avges med spillning eller spybollar (Nyholm 1985).

Om kadmium även överförs från växter till växtätande evertebrater, främst insekter, och vidare till insektätande däggdjur och fåglar är inte utrett i samma grad. Det är lätt att förbise insekterna som växtätare och därmed deras betydelse för kadmiums transport i näringskedjor. På grund av sin höga numerär kan dock deras konsumtion av växter mycket väl överstiga däggdjurens. Insekternas sämre förmåga att tillgodogöra sig födans energiinnehåll kompenseras av ett högre födointag (Price 1975).

Studier av kadmiumupptag hos insekter har endast gjorts i ett fåtal fall. Van Hook & Yates (1975) fann ingen ackumulering av kadmium vid laboratorieförsök med gräshoppor och spindlar. Maroni & Watson (1985) däremot fann att larver av bananfluga kvarhöll 80 % av födans kadmium. Genom jämförande fältstudier av kadmiumhalter i växtätande och rovlevande insekter, fann Roberts & Johnson (1978) högre halter i de rovlevande insekterna. De skilde dock inte på halter i enskilda arter. Dessutom har gråsuggor, en annan

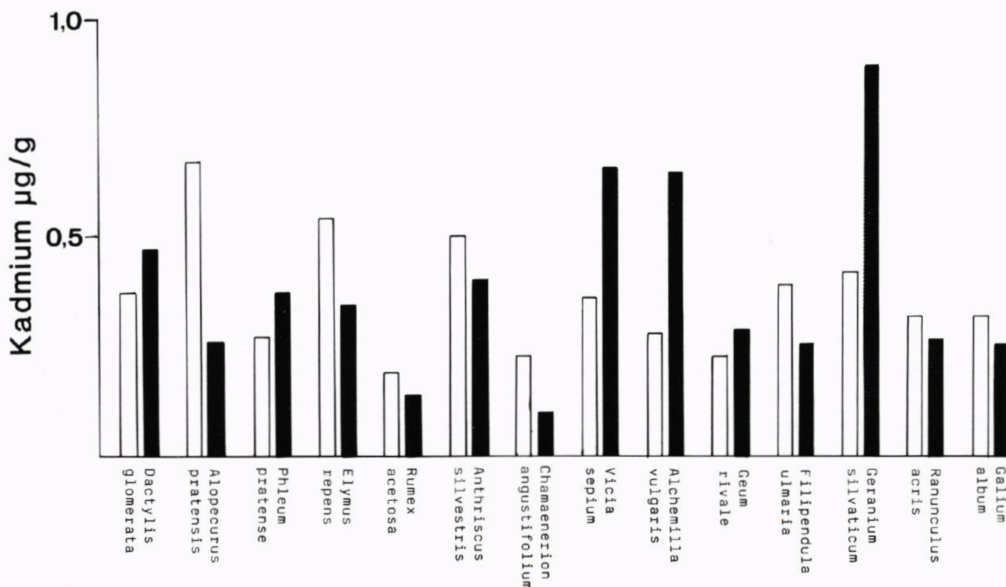


Fig. 1. Kadmiumhalter i växter från Knivsta (ofyllda staplar) och Borlänge (fyllda staplar).
Cadmium concentrations in herbs from Knivsta (white bars) and Borlänge (filled bars), central Sweden.

leddjursgrupp, visat sig ackumulera kadmium (Martin et al. 1976, Williamson 1979), eventuellt på grund av sitt stora behov av kalcium, som kemiskt liknar kadmium.

Material och metoder

För att undersöka i vilken grad kadmium överförs, jämfördes halter i växter med halter i insekter. För provtagningen valdes två lokaler med likartad växtlighet. Den ena lokalen är belägen i Uppland, 4 km söder om Knivsta samhälle och den andra i Dalarna, 4 km norr om Borlänge. Under juni och juli 1987 insamlades 14 allmänt förekommande örter och gräs på de två lokalerna. Vidare insamlades 6 insektsarter, varav en art även som larv. Av växterna insamlades fem exemplar på båda lokalerna. Från varje insamlad växt togs sedan samtliga blad och frystorkades. Dessa samlingsprover analyserades sedan. Av insekterna insamlades 30–60 individer av varje art till samlingsprover vilka analyserades. Analyserna gjordes med atomabsorptionsspektrofotometri med flamma. Både växter och insekter upplöstes med konc. salpetersyra och väteperoxid enligt svensk standard SS 02 81 87.

Resultat

Samtliga halter i denna undersökning avser µg kadmium per g torrvikt. Växternas kadmiumhalter redovisas i Fig. 1. De varierade mellan 0,19 och 0,67 µg/g i Knivsta och mellan 0,10 och 0,90 µg/g i Borlänge. Mellan de båda lokalerna förelåg inga större skillnader. I genomsnitt var växternas kadmiumhalter 0,37 µg/g (SD 0,13) i Knivsta och 0,35 µg/g (SD 0,18) i Borlänge. Lokalerna testades mot varandra med Wilcoxon signed rank test. Ingen signifikant skillnad förelåg.

Insekternas kadmiumhalter, som redovisas i Fig. 2, skilde sig inte heller signifikant mellan de två lokalerna enligt samma test. Däremot var de genomgående högre än växternas. I synnerhet den rovlevande mjukbaggen *Cantharis pellucida* Fabr. och den asätande skorpionsländan *Panorpa communis* L. hade höga kadmiumhalter.

Diskussion

Båda lokalerna är att betrakta som opåverkade av lokala spridningskällor för kadmium. Växternas

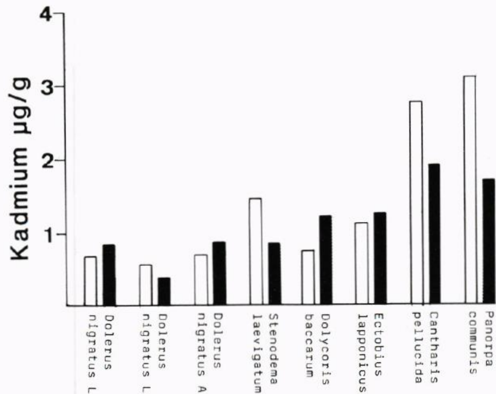


Fig. 2. Kadmiumhalter i insekter från Knivsta (ofyllda staplar) och Borlänge (fyllda staplar).

Cadmium concentrations in insects from Knivsta (white bars) and Borlänge (filled bars), central Sweden.

kadmiumhalter ligger på en för Sverige normal nivå (Anon. 1987, Balsberg Påhlsson 1985). Någon tendens till högre eller lägre halter i olika taxonomiska grupper av växter har ej iakttagits. Inte heller har något samband mellan växternas vattenbehov och kadmiumhalter kunnat upptäckas. Att halterna i en art kan variera mellan de två lokalerna kan troligen tillskrivas det faktum att markförhållandena på de två lokalerna inte är helt likartade.

Dolerus nigratus (Müller) är en bladstekel vars larver lever av olika gräsarter (Muche 1969). Den adulta stekeln är kortlivad och det är oklart om den intar någon föda. Vid jämförelse av kadmiumhalterna i larver av *D. nigratus* med halterna i gräs, finner man att larver har ca dubbelt så höga halter. Detta tyder på att larverna ackumulerar kadmium. De adulta steklarna har halter som föga avviker från larvernas. Det skall dock noteras att dessa är en generation äldre än de larver med vilka de jämförs och sålunda var larver året innan, varför direkta jämförelser skall göras med försiktighet.

Ängsstinkflyet *Stenodema laevigatum* L. har till skillnad från *D. nigratus* ofullständig utveckling med nymfstadier vilka har samma levnadssätt som de adulta individerna. Även denna insekt lever av gräs, men till skillnad från *D. nigratus* suger den endast växtsaft och äter inget av vävnaderna hos gräset (Kullenberg 1944). Kadmium är i växter mestadels bundet till cellväggar och proteiner (Balsberg Påhlsson 1985). Tänkbart är att insekter som suger växtsaft får en lägre dos kadmium, då

koncentrationen i växtsaften sannolikt är lägre än i växtens vävnad. Resultaten av denna studie visar dock inte att *S. laevigatum* har lägre kadmiumhalt än de insekter som äter växtens vävnad. Samma är förhållandet med bärfisen *Dolycoris baccarum* L., som även den suger växtsaft. Till skillnad från *S. laevigatum* suger den inte på gräs, utan på allehanda örter (Butler 1923).

Den rovlevande (Chinery 1976) mjukbaggen *C. pellucida* och den asätande (Tjeder 1951) skorpionsländan *P. communis* har dubbelt så höga kadmiumhalter som de växtätande insekterna. Även Roberts & Johnson (1978) fann högre halter i rovlevande insekter. En mellanställning intar skogskackerlackan *Ectobius lapponicus* L., som lever av dött organiskt material, främst från växter men även animaliskt (Landin 1967), både som nymf och adult.

I vilken utsträckning insekter tar upp kadmium ur födan är inte klarlagt, men en fingervisning fås genom en jämförelse av kadmiumhalterna i de fyra undersökta gräsarterna med halten i spillning från *Dolerus*-larverna. De undersökta larverna var till största delen *D. nigratus*, men även en relativt stor del *D. gonager* ingick, liksom ett fåtal av några andra *Dolerus*-arter. Alla var dock gräsätare. I genomsnitt hade de fyra gräsarterna 0,46 μg/g i Knivsta och 0,36 i Borlänge. Detta kan jämföras med de halter som uppmätts i larvernas spillning, vilka var 0,59 och 0,41 μg/g i Knivsta resp Borlänge. Då en del av födan absorberas av larven, är jämförelser mellan kadmiumhalterna i gräs och i larvernas spillning svåra att göra. Troligen absorberas dock endast en mindre del av födans kadmium. Hos däggdjur absorberas bara 5 %.

Däggdjur och fåglar har svårt att utsöndra kadmium p g a dess förmåga att hårt bindas till proteiner. Eftersom kadmiumhalterna hos insekterna i denna undersökning överlag är högre än hos de växter som de äter, indikerar detta att även insekter har svårt att utsöndra kadmium. Detta styrks av att halterna var högre i rovlevande än i växtätande insekter. Insekternas förhöjda halter förs vidare till insektätande däggdjur och fåglar. Då dessa dessutom har en snabb ämnesomsättning och därmed ett stort näringsbehov, riskerar de att få höga kadmiumhalter. Hos näbbmöss har höga halter uppmätts i lever och njure i områden vilka ej är onormalt kadmiumbelastade (Nyholm 1985). I lever av några insektätande fåglar (njure ej undersökt) var dock kadmiumhalterna ej anmärkningsvärt höga (Nyholm 1985).

Litteratur

Anon., 1987. Kadmium i miljön. - SNV Rapport 3317.

Balsberg Påhlsson, A. M. 1985. Effekter av kadmium och koppar på växter. - SNV PM 1996.

Butler, E. A. 1923. A biology of the British Hemiptera-Heteroptera. London (Witherby).

Chinery, M. 1976. Nordeuropas insekter. Stockholm (Bonniers).

Hovmand, M. F., Tjell, J. C. & Mosbaek, H. 1983. Plant uptake of airborne cadmium. - Environ. Pollut. (Ser. A) 30: 27–38.

Jarvis, S. C., Jones, L. H. P. & Hopper, M. J. 1976. Cadmium uptake from solutions by plants and its transport from roots to shoots. - Plant and Soil 44: 179–191.

Kullenberg, B. 1944. Studien über die Biologie der Capsiden. Uppsala (Almqvist & Wiksell).

Landin, B.-O. 1967. Fältfauna. Insekter I. Stockholm (Natur & Kultur).

Little, P. 1973. A study of heavy metal concentration of leaf surfaces. - Environ. Pollut. 5: 159–172.

MacLean, A. J. 1975. Cadmium in different plant species. - Can. J. Soil. Sci. 56: 129–138.

Maroni, G. & Watson, D. 1985. Uptake and binding of cadmium, copper and zinc by Drosophila melanogaster larvae. - Insect. Biochem. 15: 55–63.

Martin, M. H., Coughtrey, P. J. & Young, E. W. 1976. Observations on the availability of lead, zinc and cadmium by the woodlouse Oniscus asellus. - Chemosphere 5: 313–318.

Martin, M. H., Duncan, E. M. & Coughtrey, P. J. 1982. The distribution of heavy metals in a contaminated woodland ecosystem. - Environ. Pollut. (Ser. B) 3: 147–157.

Muche, W. H. 1969. Die Blattwespen Deutschlands II. Entomol. Abh. 36, suppl. II.

Nyholm, E. 1985. Metaller i däggdjur och fåglar. - SNV PM 1986.

Poelstra, P., Frissel, M. J. & El-Bassam N. 1979. Transport and accumulation of Cd ions in soils and plants. - Z. Pflanzenernaerhr. Bodenkd. 142: 848–864.

Price, W. P. 1975. Insect ecology. New York (Wiley & Sons).

Roberts, R. D. & Johnson, M. S. 1978. Dispersal of heavy metals from abandoned mine workings and their transference through terrestrial food chains. - Environ. Pollut. 16: 294–310.

Ross, H. B. 1986. Trace metals in the atmosphere. Doktorsavhandling, Meteorologiska institutionen vid Stockholms universitet.

Thornton, I. & Abrahams, P. 1981. Soil ingestion as a pathway of metal intake into grazing livestock. - In: Proc. 3rd Intern. Conf. of heavy metals in the environment, Amsterdam 272–276.

Tjeder, B. 1951. Svensk insektfauna 14. Entomologiska föreningen, Stockholm.

Van Hook, R. I. & Yates, A. J. 1975. Transient behavior of cadmium in a grassland arthropod food chain. - Environm. Res. 9: 76–83.

Williamson, P. 1979. Comparison of metal levels in invertebrate detrivores and their natural diets: Concentration factors reassaed. - Oecol. (Berlin) 44: 75–79.